

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-296359

(43)Date of publication of application : 26.10.2001

(51)Int.Cl.

G01S 15/46  
G01S 7/526  
G01S 7/54

(21)Application number : 2000-113641

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 14.04.2000

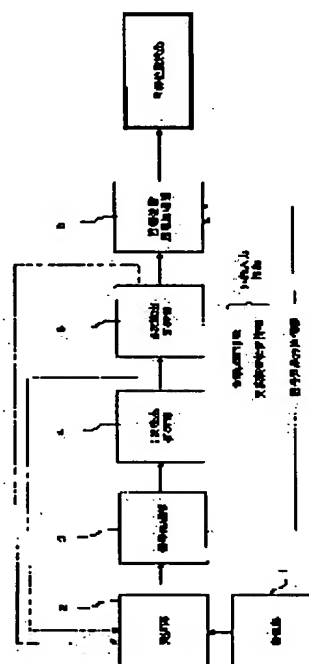
(72)Inventor : IMAIZUMI MASUMI

## (54) BISTATIC PROCESSING APPARATUS

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a bistatic processing apparatus which automates detecting a target echo sound and limiting a target position to reduce an operator's burden.

**SOLUTION:** This processing apparatus includes a signal-processing part 3 for removing narrow band signals having a stable frequency in terms of a time from echo signals received by a receiving part 2 and processing to emphasize the target echo sound, a primary detection process part 4 for extracting signals looking like the target echo sound by setting a threshold, a secondary detection process part 5 for classifying the result of the primary detection by a neural network to the target echo sound, direct waves, sound reflecting from a sea bottom and noise in the sea, etc., by category thereby detecting the target echo sound, and a target position-limiting process part 6 for calculating an arrival time difference of the detected target echo sound and direct waves, limiting a zone where the target exists by elliptical plotting, and detecting the target position from an intersection of the zone with a signal arrival azimuth.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 05.11.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-296359  
(P2001-296359A)

(43) 公開日 平成13年10月26日 (2001. 10. 26)

|                           |      |               |           |
|---------------------------|------|---------------|-----------|
| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I           | ターム(参考)   |
| G 0 1 S 15/46             |      | G 0 1 S 15/46 | 5 J 0 8 3 |
| 7/526                     |      | 7/54          |           |
| 7/54                      |      | 7/52          | J         |

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-113641(P2000-113641)

(22) 出願日 平成12年4月14日 (2000. 4. 14)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 今泉 万寿美

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100088328

弁理士 金田 暢之 (外2名)

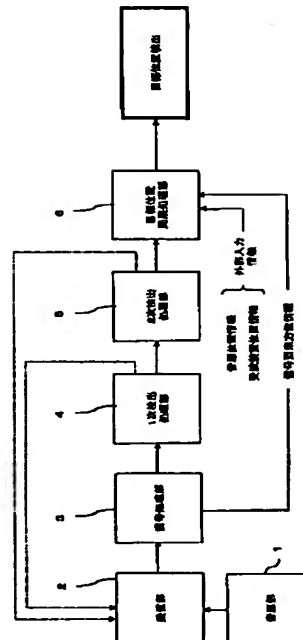
Fターム(参考) 5J083 AA02 AC18 AC29 AC30 AD01  
BE06 BE19 BE43 BE53 BE60  
CA02

(54) 【発明の名称】 バイスタティック処理装置

(57) 【要約】

【課題】 操作員の負荷を低減するための目標反響音検出・目標位置局限の自動化を行うバイスタティック処理装置を提供する。

【解決手段】 受信部2により受信された音響信号を、時間的に周波数が安定した狭帯域信号を除去し、目標反響音を強調する処理を施す信号処理部3と、閾値を設定することにより目標反響音らしき信号を抽出する一次検出処理部4と、一次検出結果をニューラルネットワークにより目標反響音、直接波、海底反射音及び海中雑音等カテゴリー別に分類し目標反響音を検出する二次検出処理部5と、検出された目標反響音と直接波の到達時間差を算出し目標存在圏を楕円描画により局限し、信号到達方位との交点から目標位置を検出する目標位置局限処理部6とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 水中において音響信号を出力する音源部と、  
該音源部から出力された音響信号を前記音源部位置と異なった位置において受信する受信部と、  
該受信部で受信した音響信号を信号処理する信号処理部と、  
該信号処理部で信号処理した結果に任意の閾値を設定することにより目標反響音の一次検出を行なう一次検出処理部と、  
該一次検出処理部で検出された信号を、前記音源部から直接到達する直接波と水中目標に反射して到達する目標反響音と海底反射音と海面反射音と雑音との各カテゴリーに自動認識して分類する二次検出処理部と、  
該二次検出処理部で分類された結果から前記直接波と前記目標反響音との到達時間差を自動的に計算するとともに前記目標反響音の到来方位を用いて目標の存在位置を推定する目標位置局限処理部とから構成されるバースタティック処理装置。

【請求項2】 前記信号処理部は、前記受信部で受信した音響信号に対して周波数分析した後、各周波数毎に時間方向に移動平均処理を行う事により、時間的に周波数が安定した狭帯域信号（ナローバンド信号）を除去し、目標反響音を強調する手段を有する請求項1に記載のバースタティック処理装置。

【請求項3】 前記一次検出処理部は、前記信号処理部で処理を行なった信号に対して、経過時間に対する反響音の予測残響レベルを算出し、該予測残響レベルを反映した値を持つレベル閾値を設定することにより、目標反響音以外の残響を最大限に除去し、目標からの反響音らしき信号を抽出する手段を有する請求項1または請求項2に記載のバースタティック処理装置。

【請求項4】 前記二次検出処理部は、前記信号処理部によって周波数分析された周波数特性と、周波数分析によって分析された信号のトータルエネルギーの時間変化とを入力し、ニューラルネットワークにより、前記直接波と目標反響音と海底反射音と海面反射音と雑音との各カテゴリーに自動認識して分類する手段を有する請求項1から請求項3の何れか1項に記載のバースタティック処理装置。

【請求項5】 前記目標位置局限処理部は、前記二次検出処理部によって求められた分類結果及び分類結果毎の検出時刻から、前記直接波と前記目標反響音との時間差を算出し、伝搬距離が一定の楕円を目標存在圏として求めるとともに、前記二次検出処理部により前記直接波及び前記目標反響音と分類された時刻の信号を、カーゴイド処理する事によって、信号の到来方位を求め、目標存在圏の楕円との交点を目標位置として出力する手段を有する請求項1から請求項4の何れか1項に記載のバースタティック処理装置。

【請求項6】 水中において音響信号を出力する音源部と、  
該音源部から出力された音響信号を前記音源部位置と異なった位置において受信する複数の受信部と、  
該各受信部により受信された信号に対して処理を行なう複数の1チャンネル処理部と、  
該複数の1チャンネル処理部の処理結果を統合して目標位置を検出する多チャンネル統合処理部とから構成され、

- 10 前記1チャンネル処理部は、  
該受信部で受信した音響信号を信号処理する信号処理部と、  
該信号処理部で信号処理した結果に任意の閾値を設定することにより目標反響音の一次検出を行なう一次検出処理部と、  
該一次検出処理部で検出された信号を、前記音源部から直接到達する直接波と水中目標に反射して到達する目標反響音と海底反射音と海面反射音と雑音との各カテゴリーに自動認識して分類する二次検出処理部と、  
20 該二次検出処理部で分類された結果から前記直接波と前記目標反響音との到達時間差を自動的に計算し音源部位置と受信部位置を焦点に持つ楕円を描画する目標位置局限処理部とから構成され、  
前記多チャンネル統合処理部は、  
各1チャンネル処理部毎に描画された各楕円を統合し、同一画面に表示することにより交点を求め、最も多く楕円が交わっている点を目標位置として出力する目標位置検出処理部を備えるバースタティック処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

- 30 【0001】  
【発明の属する技術分野】本発明は、バースタティック運用において音波を発射しその反響音から目標の位置を検出するバースタティック処理装置に関し、特に目標の反響音を自動で検出し、目標位置を局限するバースタティック処理装置に関する。

## 【0002】

- 【従来の技術】従来、バースタティック処理は、音波を発する音源部と、音源部と異なる位置に設置された受信部を用い、操作員の知識と経験を元にして目標からの反響音を検出し、音波を発射した時刻と反響音の受信時刻間の時間差、もしくは音源部から直接受信部に到達した直接波と反響音の到達時間差から目標存在圏を示す楕円を描画し、目標位置を予測するものであった。

## 【0003】

- 【発明が解決しようとする課題】上述の従来の技術の問題点は、目標反響音の検出において、操作員の経験と勘に頼る手動での目標反響音探知であるために、複数の受信部を用いた広域での運用に対して見落としが発生したり、短時間に連続して運用する事が困難なことである。  
50 その理由は、目標反響音を検出する際、受信した音響信

号には目標からの反響音以外にも残響、海面反射音、海底反射音及び海中雑音等様々な信号が含まれる為、周波数スペクトルや聴音を頼りに目標反響音を検出する操作員の作業負担が高いためである。

【0004】本発明の目的は、操作員の負担を低減するための目標反響音検出・目標位置局限の自動化を行うバイスタティック処理装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明のバイスタティック処理装置は、水中において音響信号を出力する音源部と、音源部から出力された音響信号を音源部位置と異なる位置において受信する受信部と、該受信部で受信した音響信号を信号処理する信号処理部と、信号処理部で信号処理した結果に任意の閾値を設定することにより目標反響音の一次検出を行なう一次検出処理部と、一次検出処理部で検出された信号を、音源部から直接到達する直接波と水中目標に反射して到達する目標反響音と海底反射音と海面反射音と雑音との各カテゴリーに自動認識して分類する二次検出処理部と、二次検出処理部で分類された結果から直接波と目標反響音との到達時間差を自動的に計算するとともに目標反響音の到来方位を用いて目標の存在位置を推定する目標位置局限処理部とから構成される。

【0006】また、信号処理部は、受信部で受信した音響信号に対して周波数分析した後、各周波数毎に時間方向に移動平均処理を行う事により、時間的に周波数が安定した狭帯域信号（ナローバンド信号）を除去し、目標反響音を強調する手段を有してもよい。

【0007】また、一次検出処理部は、信号処理部で処理を行なった信号に対して、経過時間に対する反響音の予測残響レベルを算出し、予測残響レベルを反映した値を持つレベル閾値を設定することにより、目標反響音以外の残響を最大限に除去し、目標からの反響音らしき信号を抽出する手段を有してもよい。また、二次検出処理部は、信号処理部によって周波数分析された周波数特性と、周波数分析によって分析された信号のトータルエネルギーの時間変化とを入力し、ニューラルネットワークにより、直接波と目標反響音と海底反射音と海面反射音と雑音との各カテゴリーに自動認識して分類する手段を有してもよい。

【0008】また、目標位置局限処理部は、二次検出処理部によって求められた分類結果及び分類結果毎の検出時刻から、直接波と目標反響音との時間差を算出し、伝搬距離が一定の楕円を目標存在圏として求めるとともに、二次検出処理部により直接波及び前記目標反響音と分類された時刻の信号を、カージオイド処理する事によって、信号の到来方位を求め、目標存在圏の楕円との交点を目標位置として出力する手段を有してもよい。

【0009】また、水中において音響信号を出力する音源部と、音源部から出力された音響信号を音源部位置と

異なった位置において受信する複数の受信部と、各受信部により受信された信号に対して処理を行なう複数の1チャンネル処理部と、複数の1チャンネル処理部の処理結果を統合して目標位置を検出する多チャンネル統合処理部とから構成され、1チャンネル処理部は、受信部で受信した音響信号を信号処理する信号処理部と、信号処理部で信号処理した結果に任意の閾値を設定することにより目標反響音の一次検出を行なう一次検出処理部と、一次検出処理部で検出された信号を、音源部から直接到達する直接波と水中目標に反射して到達する目標反響音と海底反射音と海面反射音と雑音との各カテゴリーに自動認識して分類する二次検出処理部と、二次検出処理部で分類された結果から直接波と目標反響音との到達時間差を自動的に計算し音源部位置と受信部位置を焦点に持つ楕円を描画する目標位置局限処理部とから構成され、多チャンネル統合処理部は、各1チャンネル処理部毎に描画された各楕円を統合し、同一画面に表示することにより交点を求め、最も多く楕円が交わっている点を目標位置として出力する目標位置検出処理部を備えてもよい。

【0010】本発明では、音響信号が目標に到達して反射する事により生じる目標反響音の周波数特性の変化と、目標の形状、素材によって生じる音響エネルギーの時間方向の変化のパターン、及び海底、海面に対する反射によって生じるこれらの特徴変化の違いをニューラルネットワークに学習させることにより自動的にそれぞれのカテゴリーに分類し、検出された目標反響音と音源部から直接到達した直接波の到達時間差を計算させることにより、操作員の負担を軽減し、連続運用間隔の短縮をはかることが可能となる。

【0011】ニューラルネットワークの能力により目標反響音が直接波と分類して自動的に検出され、目標反響音と直接波の到達時間差を利用し楕円描画して自動的に目標位置が検出されることにより操作員の負担が大幅に低減される。

【0012】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0013】（本発明の第一の実施の形態）本発明の第一の実施の形態は、水中音源部により音波を発射し、音源部と異なる位置に設置された受信部を用いて目標を探知するバイスタティック運用において、直接波と目標反響音を自動的に分類して検出し、目標位置を局限するものである。

【0014】図1は、本発明の第一の実施の形態の構成を示すブロック図である。音源部1は音波を発射し、受信部2は発射された音波により得られる音響信号を受信し信号処理部3に出力する。信号処理部3は、時間的に周波数が安定した狭帯域信号（ナローバンド信号）を除去し目標反響音を強調する。またカージオイド処理をす

ることにより信号到来方位を出力する。一次検出処理部4は、信号処理部3から出力される時系列信号に対して任意の閾値をかけ、目標からの反響音らしき信号とそれ以外のものとを判別する。二次検出処理部5は、一次検出処理部4から反響音らしき信号と判定されたものに対し、ニューラルネットワークにより目標反響音、海底反射音及び海中雑音等のカテゴリーに分類する。目標位置局限処理部6は、二次検出処理部5により目標反響音と判定された信号を抽出し、目標反響音と直接波の到達時間差を算出し、受信部位置、音源部位置を焦点とする楕円を描画することにより目標位置を局限する。また信号処理部3においてカージオイド処理することにより求められた信号の到来方位と、目標存在圏の楕円との交点を目標位置として出力する。

【0015】次に信号処理部3および一次検出処理部4について詳細に説明する。図2は信号処理部3および一次検出処理部4の構成を示すブロック図であり、信号処理部3の周波数変換処理部21は受信部2にて受信した時系列の音響信号に対して高速フーリエ変換を行なうことにより周波数変換する。検波処理部22は周波数変換処理部21からの出力を各周波数成分毎に検波し出力する。移動平均処理部23は検波処理部22により出力された結果を時間方向にセル加算・積分処理を行なうことにより平均値計算を行なう。移動平均処理を行う事により、時間的に周波数が安定した狭帯域信号(ナローバンド信号)を除去し、目標反響音を強調した時系列信号を一次検出処理部1に出力する。またカージオイド処理部24は、カージオイド処理をすることによって信号到来方位を算出し、出力する。閾値設定処理部25は、移動平均処理部23より出力された信号に対して、経過時間に対する反響音の予測残響レベルを算出し、これを反映した値を持つレベル閾値を設定することにより目標反響音以外の残響を最大限に除去し、目標反響音らしき信号を抽出し二次検出処理部5に出力する。

【0016】次に二次検出処理部5について詳細に説明する。図3は二次検出処理部5の構成を示すブロック図であり、切り出し処理部31、周波数変換処理部32及びエネルギー加算処理部33を含む二次検出前処理部301と、ニューラルネットワーク評価部35及び分類出力36を含む二次検出部302から構成されている。切り出し処理部31は一次検出処理部4により目標反響音らしき信号として抽出された信号を任意のポイント数で切り出す。周波数変換処理部32は、切り出し処理部31より出力された信号に対して高速フーリエ変換を行ない周波数変換を行なった後、正規化を行なう。エネルギー加算処理部33は周波数変換処理部32で周波数変換を行なった信号に対して各周波数成分毎にエネルギーを加算し、時系列方向のエネルギー変化を出力し、正規化を行なう。ニューラルネットワーク評価部35は、あらかじめ任意のニューラルネットワーク学習データ34に

より各カテゴリーの特徴を学習しており、二次検出前処理部301に属する周波数変換処理部32によって得られた信号の周波数情報と、エネルギー加算処理部33より得られたエネルギー変化情報を入力情報とし、ニューラルネットワークにより評価を行い、分類出力36に示すように目標反響音、疑似反響音、直接波、海底反射音、海面反射音及び雑音等、カテゴリー別に分類を行ない出力し、目標反響音を検出する。

【0017】次に目標位置局限処理部6について詳細に説明する。図4は目標位置局限処理部6の原理を説明する図であり、目標位置局限処理部6は、二次検出処理部より目標反響音として検出された信号の到達時間と音源部1から直接到達した直接波の時間差を算出し、受信部位置及び音源部位置を焦点とする楕円を描画することにより目標存在圏を出力する。またカージオイド処理部24においてカージオイド処理することにより求められた信号の到来方位と、目標存在圏の楕円との交点を検出し、その交点を目標位置とする。

【0018】次に、このバイスタティック処理装置の動作について説明する。受信部2により受信された信号は、周波数変換処理部21にて周波数変換を行なった後、検波処理部22及び移動平均処理部23にて各周波数毎に時間方向に移動平均処理13を行う事により、時間的に周波数が安定した狭帯域信号(ナローバンド信号)を除去し、目標反響音を強調した時系列信号を一次検出処理部4に出力する。またカージオイド処理部24にてカージオイド処理し、信号到来方位を出力する。移動平均処理部23にて出力された信号は、一次検出処理部4における閾値設定処理部25にて、経過時間に対する反響音の予測残響レベルを算出しこれを反映した値を持つレベル閾値により、目標反響音らしい信号であるかどうかを判定され、設定値以上の出力を持つ信号は目標反響音らしき信号として二次検出処理部5へ送られる。設定値以下の出力をもつ信号は処理を停止し、受信部2により新たに受信された信号について前述までの処理を繰り返す。

【0019】一次検出処理部4により目標反響音らしき信号として判定された信号は二次検出前処理として二次検出処理部5における切り出し処理部31により任意のポイントで信号を切り出され、周波数変換処理部32及びエネルギー加算処理部33を経てニューラルネットワークの入力データとして生成される。出力結果はあらかじめ学習を行なっているニューラルネットワーク評価部35により、目標反響音、疑似反響音、直接波、海底反射音、海面反射音及び雑音等、分類出力36に示すようなカテゴリーのいずれかに分類される。ここで目標反響音と分類された信号は目標位置局限処理部6に出力される。それ以外に分類された信号は処理を停止し、受信部2により新たに受信された信号について前述までの処理を繰り返す。

【0020】二次検出処理部5より目標反響音として検出された信号は、目標位置局限処理部6に渡され、目標反響音到達時間と直接波到達時間の差を算出し、音源部位置情報及び受信部位置情報より目標存在圏を示す楕円を描画する。またカージオイド処理部24により得られた信号到来方位との交点を算出することにより目標位置を局限し、図4の通り、得られた交点が予測目標位置となる。

【0021】(本発明の第2の実施の形態)次に、本発明の第2の実施の形態について図面を参照して説明する。本発明の第2の実施の形態は、受信部が複数に配置されている場合、前述した処理を各受信部により受信された信号毎に行ない目標反響音を検出し、各受信部について描画された楕円を統合して目標位置の検出を行なう多チャンネル処理装置を提供するものである。

【0022】図5は第2の実施形態の構成を示すブロック図であり、各受信部52により受信された信号に対して処理を行なう1チャンネル処理部501と、それらの処理結果を統合して目標位置を検出する多チャンネル統合処理部502から構成されている。各受信部52により受信された音響信号に対する1チャンネル処理部の詳細な説明は前述した処理と同様であるため省略する。前述の処理と同様な処理により音源部51、受信部52、信号処理部53及び一次検出処理部54を経て二次検出処理部55により目標反響音として出力された信号は目標位置局限処理部56により目標反響音到達時間と直接波到達時間の差を算出することにより音源部位置と受信部位置を焦点に持つ楕円を描画する。目標位置検出処理部57は、各目標位置局限処理部56毎に描画されたこれらの楕円を統合し、同一画面に表示することにより交点を求め、最も多く楕円が交わっている点を目標位置として出力する。図6は多楕円描画により目標位置の検出を行なった一例である。この処理により、目標反響音の到達方向が不明である場合でも、目標反響音を検出されれば目標位置を検出することが可能となる。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように、本発明には、目標反響音を自動的に検出することで目標位置局限が自動で行われ、操作員の負荷を軽減することにより、短時間に連続して運用する事が出来るという効果がある。

【0024】その理由は、信号をニューラルネットワークによりカテゴリー毎に分類することによって目標反響音を検出し、目標反響音と直接波の到達時間差より目標存在圏の楕円描画を行ない、カージオイド処理により信号到来方位を得て楕円との交点を算出することにより、目標位置を自動で検出できるためである。

【0025】また、受信部を複数に配置し、各受信部により受信された信号毎に目標反響音を検出し、各受信部について描画された楕円を統合して目標位置の検出を行なう多チャンネル処理装置を用いることにより、目標反

響音の到達方向が不明である場合でも、目標反響音を検出されれば目標位置を検出することが可能となるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図2】図1における信号処理部と一次検出処理部の本発明の第一の実施の形態の構成を示すブロック図である。

10 【図3】図1における二次検出処理部の本発明の第一の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図4】図1における目標位置局限処理部により得られた楕円描画の一例を示した説明図である。

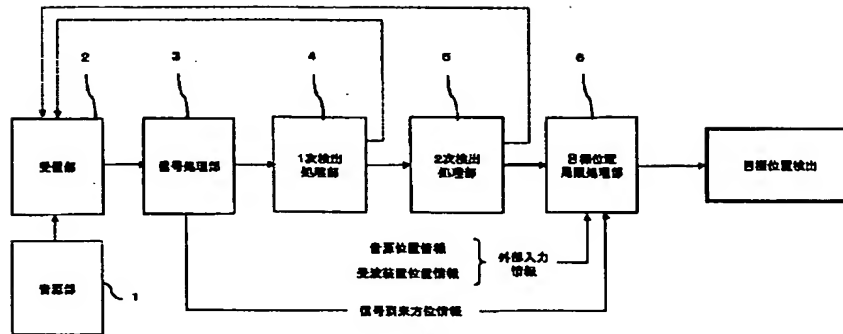
【図5】複数の受信部による信号処理を用いた多チャンネル処理において目標位置を検出する本発明の第二の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図6】複数の受信部により目標位置を検出する本発明の第二の実施の形態の一例を示した説明図である。

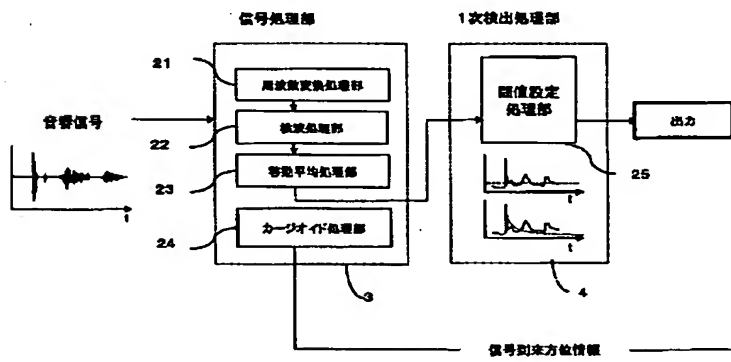
【符号の説明】

- |     |                         |
|-----|-------------------------|
| 1   | 音源部                     |
| 2   | 受信部                     |
| 3   | 信号処理部                   |
| 4   | 一次検出処理部                 |
| 5   | 二次検出処理部                 |
| 6   | 目標位置局限処理部               |
| 21  | 周波数変換処理部                |
| 22  | 検波処理部                   |
| 23  | 移動平均処理部                 |
| 24  | カージオイド処理部               |
| 25  | 閾値設定処理部                 |
| 31  | 切り出し処理部                 |
| 32  | 周波数変換処理部                |
| 33  | エネルギー加算処理部              |
| 34  | ニューラルネットワーク学習データ        |
| 35  | ニューラルネットワーク評価部          |
| 36  | 分類出力                    |
| 51  | 多チャンネル処理における音源部         |
| 52  | 多チャンネル処理における受信部         |
| 53  | 多チャンネル処理における信号処理部       |
| 54  | 多チャンネル処理における一次検出処理部     |
| 55  | 多チャンネル処理における二次検出処理部     |
| 56  | 多チャンネル処理における目標位置局限処理部   |
| 57  | 多チャンネル処理における目標位置検出処理部   |
| 301 | 二次検出前処理部                |
| 302 | 二次検出部                   |
| 501 | 多チャンネル処理における1チャンネル処理部   |
| 502 | 多チャンネル処理における多チャンネル統合処理部 |

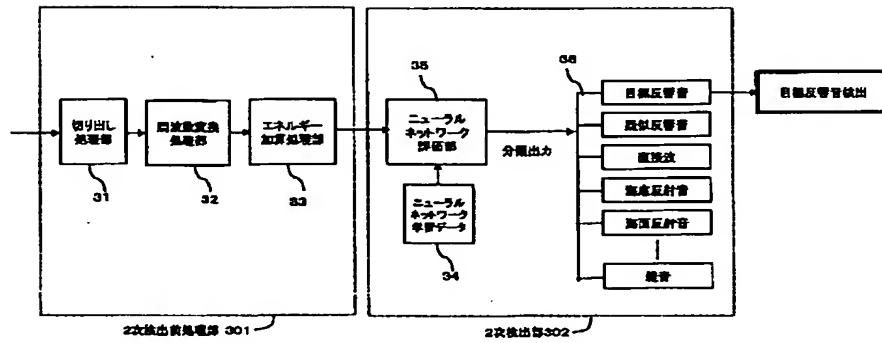
【図1】



【図2】

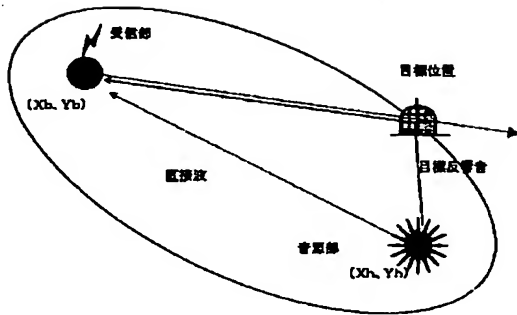


【図3】

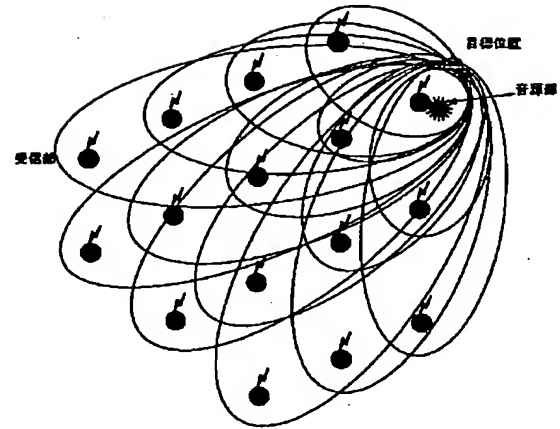




【図4】



【図6】



【図5】

